

| | | | |
|------------------------|----|-------|-----------------|
| Entomologica Austriaca | 16 | 53-72 | Linz, 20.3.2009 |
|------------------------|----|-------|-----------------|

Raphidioptera – Kamelhalsfliegen Ein Überblick zum Einstieg

H. ASPÖCK & U. ASPÖCK

A b s t r a c t : **Raphidioptera – Snakeflies: an introductory approach for future research.** This overview gives basic information on the insect order Raphidioptera and intends to draw attention to open questions in the field of Raphidioptera research. Much work has been done on snakeflies, particularly in Austria, throughout the past 50 years. Austria houses the largest collections of Raphidioptera in the world and the most complete libraries in this field. The time has come for the next generation to continue research on Raphidioptera – as long as the conditions are so favourable.

K e y w o r d s : Raphidioptera, Raphidiidae, Inocelliidae; characterization; history of research; biology, ecology; distribution, biogeography; phylogeny, systematics, classification; collecting methods; rearing methods; preservation; identification; access to information.

Mit dieser Übersicht wird eine im Band 15 der Entomologica Austriaca begonnene Serie (KLAUSNITZER 2008) fortgesetzt, mit der Insektengruppen so vorgestellt werden sollen, dass der Interessierte kompakt alles Wesentliche erfährt, um einen möglichst umweglosen Einstieg in eine wissenschaftlichen Ansprüchen gerecht werdende Befassung mit der Gruppe zu erzielen.

1. Charakteristik

Die Raphidioptera (dt. Kamelhalsfliegen, engl. snakeflies) repräsentieren eine der drei Ordnungen der Neuropterida, die als die ursprünglichsten holometabolen Insekten gelten. Raphidiopteren sind durch einen überaus charakteristischen, auch für Laien einprägsamen Habitus gekennzeichnet, der vor allem durch den langen, häufig aufgerichteten Prothorax, die grobmaschig geaderten, glasklaren Flügel mit einem deutlichen Pterostigma (Abb. 1, 2) und im Weibchen durch einen langen Ovipositor geprägt ist (Abb. 3, 4). Die Raphidiopteren zählen zu den artenärmsten Insektenordnungen, bisher kennt man knapp 225 beschriebene valide Arten (die sich auf zwei Familien, Raphidiidae und Inocelliidae, mit ungefähr 200 bzw. knapp 25 Arten) aufteilen. Die Verbreitung der beiden Familien ist ähnlich und beschränkt sich auf einige Teile der Nordhemisphäre (Paläarktis und Nearktis: Abb. 5, 6). Im Mesozoikum waren Raphidiopteren wesentlich artenreicher und weitaus weiter – auch auf der Südhemisphäre und auch in tropischen Gebieten – verbreitet. Vermutlich haben die Folgen des vor 65 Mio. Jahren in die Erde

gerasten Asteroiden die Raphidiopteren an den Rand des Aussterbens gebracht, doch haben die an kühleres Klima adaptierten Vorfahren der heutigen Raphidiidae und Inocelliidae in geringer Artenzahl überlebt. Sie sind heute die beiden einzigen Familien der Ordnung und werden mit Recht als lebende Fossilien bezeichnet. Der rezente Artenbestand kann im Wesentlichen als erfasst betrachtet werden; gewiss sind noch etliche Arten zu entdecken, vielleicht gibt es 250, vielleicht sogar über 270, aber wohl kaum mehr als 280 rezente Raphidiopteren-Spezies.

2. Erforschungsgeschichte

Nach der ersten kurzen Charakterisierung einer Raphidiiden-Spezies und der Einführung des Namens *Raphidia* durch LINNAEUS (1735) und der ersten nomenklatorisch gültigen Beschreibung einer Kamelhalsfliege durch denselben Autor (LINNAEUS 1758) machte die Erforschung dieser Insekten zunächst nur wenige Fortschritte (H. ASPÖCK 1998a). LATREILE (1799) entdeckte und beschrieb die erste Raphidiopterenlarve, zwei prachttvolle Monographien (SCHNEIDER 1843 und ALBARDA 1891) fassten jeweils das Wissen über diese Insekten zusammen. Ende des 19. Jahrhunderts kannte man 31 (im Retrospekt als valide erkannte) Spezies, und es gab Nachweise aus fast allen Teilen Europas, aus Kleinasien, aus Japan und aus Nordamerika. Im Verlauf der folgenden Jahrzehnte (bis etwa 1950) wurden ca. 30 weitere Spezies, darunter auch aus Zentralasien, Indien, China und Südostasien beschrieben. Eine geradezu neue Dimension erlebte die Raphidiopteren-Forschung mit den Studien von PRINCIPI (1952, 1958, 1960, 1961, 1966), die an Sorgfalt unübertroffen waren und in der Darstellung der taxonomisch wichtigen Genitalsegmente neue Wege beschritten. Wir selbst begannen uns Anfang der 60er Jahre mit diesen Insekten zu befassen, die Faszination, die sie auf uns ausübten, ist bis heute unvermindert geblieben und hat zu ca. 160 Publikationen über die Taxonomie, Systematik, Biologie, Ökologie, Chorologie und Biogeographie und zu einer umfassenden Monographie (H. ASPÖCK et al. 1991) geführt.

3. Biologie und Ökologie

Vor wenigen Jahren wurde das Wissen über die Biologie der Raphidiopteren in einer Übersichtsarbeit zusammengefasst (H. ASPÖCK 2002); PANTALEONI (2007) hat die Biologie der Raphidiopteren besonders unter dem Aspekt des möglichen Einsatzes dieser Insekten in der biologischen Schädlingsbekämpfung beleuchtet. Seither haben sich keine grundlegenden neuen Erkenntnisse ergeben; über das umfangreiche Literaturverzeichnis der zitierten Arbeiten ist auch der Zugang zu der früheren Literatur, die sehr viele Einzelinformationen enthält, leicht möglich.

Alle Raphidiopteren sind in allen Stadien terrestrisch. Die Imagines sind tagaktiv, sie sind keine guten Flieger, meist bewegen sie sich laufend oder ein paar Zentimeter fliegend, eher schwirrend, an der Vegetation. Manche Arten (vor allem die, deren Larven sich im Boden entwickeln) halten sich vorwiegend an niederer bis mäßig hoher Strauchvegetation auf; die Arten mit subkortikolen Larven leben vorwiegend in höheren Strata, an Sträuchern und Bäumen, auch im Kronenbereich. Vermutlich sind die Imagines aller Arten der Familie Raphidiidae räuberisch (Blattläuse sind bevorzugte Beutetiere, doch



Abb. 1: *Tjederiraphida santuzza* (H. A. & U. A. & RAUSCH). Männchen. Italien, Kalabrien, Aspromonte, Montalto. Zucht ab ovo (2006). Foto P. Sehnal. – Man beachte den nach oben gerichteten Prothorax und das gelbe Pterostigma. (Vorderflügelänge: 8,8 mm).

Abb. 2: *Fibla maclachlani* (ALBARDA). Männchen. Italien, Sardinien, Supramonte. Zucht ab ovo (2003). Foto H. Aspöck. – Man beachte den "viereckigen" Kopf und das dunkle Pterostigma. (Vorderflügelänge: 10,5 mm).

Abb. 3: *Tjederiraphida santuzza* (H. A. & U. A. & RAUSCH). Weibchen. Italien, Kalabrien, Aspromonte, Montalto. Zucht ab ovo (2006). Foto P. Sehnal. – Man beachte den vergleichsweise kurzen Ovipositor. (Vorderflügelänge: 9,2 mm).

umfasst das Nahrungsspektrum auch viele andere weichhäutige Arthropoden), die Arten der Familie Inocelliidae nehmen als Imagines möglicherweise durchwegs nur Pollen – wenn überhaupt –, vielleicht auch Pflanzensäfte, auf. Kamelhalsfliegen sind extrem stenotope Insekten, ihre Kapazität zur aktiven Ausbreitung ist, da sie schlecht und wenig fliegen, gering; vermutlich hat die Verbreitung durch Verdriftung durch Wind erhebliche Bedeutung.

Die Weibchen legen die Eier entweder in Ritzen oder Hohlräume von Borke von Bäumen und Sträuchern (subkortikole Arten) oder (vermutlich) in geeignete Detritus-Substrate in Bodennähe oder im Boden (terrikole Arten). Die Larven (Abb. 7-10) leben durchwegs räuberisch, von verschiedenen ± weichhäutigen Arthropoden, sie sind ausgeprägt polyphag, wahrscheinlich sind die Larven aller Inocelliiden subkortikal, innerhalb der Familie Raphidiidae ist ein (kleinerer) Teil der Arten subkortikal, der größere Teil der Spezies hat Larven, die im Boden, vor allem im Wurzeldetritus von Sträuchern, aber auch krautigen Pflanzen, gelegentlich auch in kleinen Gesteinsspalten leben, wo sie dem Beutefang nachgehen.

Die Entwicklung vom Ei bis zur Imago dauert mindestens ein Jahr, zumeist aber zwei oder drei Jahre, bei manchen Individuen mancher Arten (besonders der Familie Inocelliidae) mehrere (bis sieben Jahre). Die Zahl der Larvenstadien ist nicht strikt konstant, sie bewegt sich um 12 bis 15. Bei den meisten Arten erfolgt die Verpuppung im Frühjahr nach der Überwinterung des letzten Larvenstadiums; in diesen Fällen dauert die Puppenruhe meist etwa 2-3 Wochen. Bei den Arten einiger Genera verpuppt sich das letzte Larvenstadium (nach kurzer präpupalen Phase) bereits im Spätsommer oder Herbst, und die Puppe (Abb. 11 und 12) überwintert; die Imago schlüpft im Frühjahr, das Puppenstadium dauert also mehrere Monate. Bei einigen nearktischen Spezies schlüpft die Imago nach kurzer Puppenruhe noch im Sommer desselben Jahres (H. ASPÖCK 2002¹).

Soweit wir wissen, benötigen alle Raphidiopteren (als Larve bzw. als Puppe) den Kältereiz der Überwinterung zur erfolgreichen Fortsetzung der Entwicklung bis zum Schlüpfen der Imago. Wenn dieser ausbleibt, kommt es, je nach Stadium, zu Entwicklungsstörungen, deren spektakulärste die Prothetelie, das Auftreten imaginaler Merkmale (z. B. Komplexaugen, Flügelanlagen, Anhänge am Abdomen) in präimaginalen Stadien, ist.

Wahrscheinlich ist die Notwendigkeit des Kältereizes in der Entwicklung der Raphidiopteren der Grund dafür, dass diese Insekten in den Tropen und Subtropen nicht vorkommen. (Im Mesozoikum traten Raphidiopteren – es handelte sich um andere Familien – auch in Gebieten mit tropischem Klima auf.)

Raphidiopteren sind durchwegs Organismen des Arboreals, d. h. nur dort, wo Temperatur

¹ Zu unserer großen Überraschung haben wir dieses Phänomen (Verpuppung im Sommer des zweiten Jahres und Schlüpfen der Imago noch im selben Jahr) kürzlich bei wenigen Individuen von *Harraphidia laufferi* (NAVÁS, 1915) beobachtet. Im Juni 2007 in Portugal gesammelte Weibchen legten Eier, aus denen Larven schlüpften, die einmal bei Außentemperatur überwinterten, sich im Verlauf des Jahres 2008 verpuppten und sich im August bzw. September 2008 zur Imago häuteten. Der Regelfall der Entwicklung von *Harraphidia laufferi* ist die Verpuppung im Sommer und Überwinterung der Puppe bis zum Frühjahr (Mai, Juni) des nächsten Jahres. Solche Entwicklungen (Überwinterung der Larve, Verpuppung im Sommer, Schlüpfen der Imago im Spätsommer) ist uns von Arten des nearktischen Genus *Alena* NAVÁS, nicht aber von Spezies anderer Genera, bekannt.

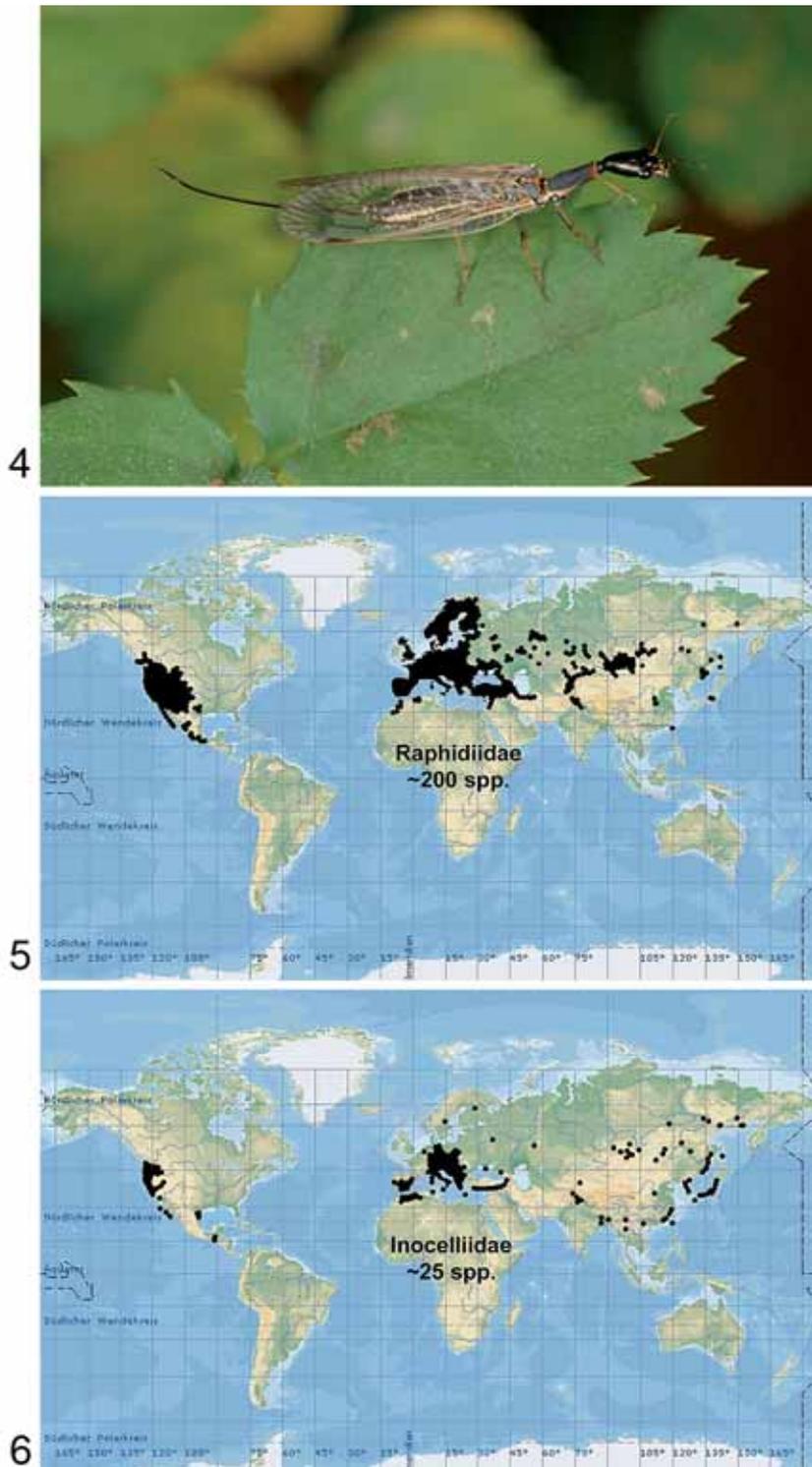


Abb. 4: *Turcoraphidia amara* (H. A. & U. A.). Weibchen. Rumänien, Siebenbürgen, Rimetea. Freiland-Aufsammlung 2007. Foto P. Schnal. – Man beachte das gelbe Flügelgeäder und den außergewöhnlich langen Ovipositor. (Vorderflügelänge: 9 mm).

Abb. 5-6: Die sehr ähnlichen Verbreitungsbilder der beiden Familien, dokumentiert durch die bisher erfolgten Nachweise von Raphidiidae (Abb. 5) und Inocelliidae (Abb. 6).

und Niederschlag in Bereichen liegen, die die Entstehung von Wald oder zumindest waldähnlichen Biozönosen möglich machen, können Raphidiopteren existieren. Die Spezies mit subkortikolen Larven benötigen ipso facto Bäume oder zumindest größere Sträucher mit ausreichend dicken Stämmen. Manche Spezies mit terrikolen Larven finden sich auch in trocken-warmen Biotopen mit spärlicher, manchmal sogar kümmerlicher Strauchvegetation, z. B. an Felshängen in Biozönosen von xeromontanem Charakter oder sogar in steppenähnlichen Biotopen.

4. Verbreitung und Biogeographie

Die Verbreitung der Raphidiopteren umfasst im Wesentlichen die gesamte Paläarktis und große Teile der Nearktis, nämlich Nordamerika außer den nördlichen und östlichen Teilen (Abb. 5, 6). In der Paläarktis liegen die südlichsten Nachweise in den Gebirgen Nordafrikas, in Israel, Jordanien, Irak, Nord-Iran, Afghanistan, Nord-Indien, Myanmar, Thailand, China, Taiwan, also zum Teil in Transgressionsgebieten zur *Orientalis*, allerdings in Höhen, in denen grundsätzlich paläarktische Elemente noch reichlich vertreten sind. Die südlichsten Nachweise von Raphidiiden liegen in Oaxaca in Mexiko, von Inocelliiden ebenfalls in Mexiko, nämlich in Chiapas, an der Grenze zu Guatemala (U. ASPÖCK et al. 1992, U. ASPÖCK & H. ASPÖCK 1996). Wahrscheinlich ist damit die Verbreitung der Raphidiopteren im Wesentlichen erfasst. Dennoch kann man nicht ganz ausschließen, dass in Gebirgen südlich der bisher bekannten südlichen Verbreitungsgrenzen isolierte reliktdäre Vorkommen bestehen. Besonders ist dabei in Amerika an Hochlagen in Mittelamerika und im nördlichen Südamerika zu denken; in der Alten Welt verdienen das Hoggar- und das Tibesti-Gebirge, Gebirge in Äthiopien, im Süden des Iran, in Indien und in Südchina, unter dem Gesichtspunkt möglicher Vorkommen von Raphidiopteren exploriert zu werden.

Innerhalb des Gesamtverbreitungsareals der Ordnung zeichnen sich einige Gebiete durch besonders hohe Artenzahlen aus: der Mittelmeerraum und namentlich die südeuropäischen Halbinseln (unter ihnen ganz besonders Griechenland), Anatolien und das Kaukasusgebiet, Zentralasien in der Alten Welt und der Südwesten Nordamerikas in der Neuen Welt. Die weitaus meisten Spezies der Raphidiopteren, besonders der Raphidiiden, zeichnen sich durch kleine und kleinste Verbreitungsareale aus, die sich häufig auf die glazialen Refugien beschränken; besonders markant erscheint dies in Europa, wo nahezu 100 Spezies, das sind immerhin ca. 40 % aller bekannten Raphidiopteren, vorkommen. Der überwältigende Teil dieser Arten ist auf Gebirge im Mittelmeerraum beschränkt. Es gibt z. B. keine einzige Raphidiopteren-Spezies, die auf allen drei großen südeuropäischen Halbinseln vorkommt, und es gibt z. B. nur 7 Spezies, die auf der Balkanhalbinsel und auf der Apenninenhalbinsel verbreitet sind.

Die Raphidiopteren-Fauna Mitteleuropas beherbergt z. B. nur 16 Spezies, von denen 11 mediterranen Ursprungs sind, über ausreichende Expansivität verfügen und Mitteleuropa postglazial aus mediterranen Refugien (wieder-)besiedelt haben. Die meisten von diesen erreichen aber die Nordgrenze ihrer Verbreitung – markiert durch sehr disjunkte Vorkommen – in Mitteleuropa. In der Alten Welt gibt es nur drei Spezies mit wirklich großer Verbreitung, es handelt sich um eurosibirische Arten, die heute und vermutlich schon in früheren Interglazialien über große Teile Nordasiens und Europas verbreitet waren und die die letzte Eiszeit sehr wahrscheinlich in vielen extramediterranen Refugien überdauert haben.

In Amerika gibt es einige wenige hinlänglich expansive Spezies, die postglazial relativ weit nach Norden (bis Südkanada) vorgedrungen sind und heute eine beachtliche Verbreitung aufweisen, die große Teile des Westens von Nordamerika umfasst.

Die Tatsache, dass der weitaus größte Teil aller Raphidiopteren-Arten auf kleine Verbreitungsareale beschränkt ist, macht es unwahrscheinlich, dass in diesen noch kryptische, nur durch besonders sensitive morphologische, ethologische oder molekularbiologische Methoden aufdeckbare Spezies "enthalten" sind. Anders ist die Situation bei den wenigen (paläarktischen bzw. nearktischen) Spezies mit großen Verbreitungsarealen, deren Entstehung auf viele unterschiedliche Rück- bzw. Einwanderungen zurückzuführen ist. Hier werden hochsensitive Methoden möglicherweise noch Differenzierungen aufdecken, die auch taxonomische Konsequenzen haben könnten.

Phylogeographische Untersuchungen liegen noch gar nicht vor, hier besteht ein großes offenes Feld, das die Genese mancher bisher nicht verstandener Verbreitungsareale durch Aufdeckung postglazialer (aber auch früherer) Wanderungen auf der Basis molekularbiologischer Methoden erhellen wird.

5. Phylogenie, Systematik, Klassifikation

Mehrere phylogenetische Analysen der jüngsten Vergangenheit haben sowohl auf morphologischer als auch auf molekularsystematischer Basis zu der Schlussfolgerung geführt, dass die Raphidioptera die Schwestergruppe der Megaloptera + Neuroptera sind (U. ASPÖCK et al. 2003, HARING & ASPÖCK 2004, U. ASPÖCK & H. ASPÖCK 2007, 2008) und nicht, wie bisher zumeist angenommen, der Megaloptera.

Die ältesten mit Sicherheit als Raphidiopteren interpretierbaren Fossilien stammen aus (unter-) jurassischen Ablagerungen (Lias), sind also etwa 180-200 Millionen Jahre alt. Tatsächlich muss es aber Raphidiopteren – wenn sie die Schwestergruppe der Megaloptera + Neuroptera sind – viel früher, zumindest im Perm, gegeben haben, weil aus dieser geologischen Periode sowohl fossile Neuropteren als auch fossile Megalopteren bekannt sind.

Tatsache ist jedenfalls, dass es im Mesozoikum mehrere Raphidiopteren-Familien gegeben hat (ENGEL 2002, U. ASPÖCK & H. ASPÖCK 2004), deren Repräsentanten aber in allen wesentlichen und auffälligen Merkmalen mit den rezenten Raphidiopteren geradezu verblüffend übereinstimmen, weshalb die Kamelhalsfliegen zu Recht als lebende Fossilien bezeichnet werden.

Die beiden rezenten Familien – Raphidiidae und Inocelliidae, die durch mehrere markante Autapomorphien differenziert sind – sind fossil aus dem frühen Tertiär bekannt (U. ASPÖCK & H. ASPÖCK 2004). Sehr wahrscheinlich haben sie schon in der Kreide existiert und waren damals schon an kühleres Klima und ausgeprägte Jahreszeiten (also auch mit winterlichen Temperaturen, die für die ungestörte Entwicklung unerlässlich waren) adaptiert (H. ASPÖCK 1998b, 2000).

Die Klassifikation der beiden Raphidiopteren-Familien basiert (noch) ausschließlich auf einer Analyse morphologischer Merkmale. Die Raphidiidae umfassen demnach 26 Genera, die sich auf 7 vermutlich monophyletische Gruppen verteilen: Gruppe I bis IV und VI bis VIII (die von Anbeginn an dubiose Gruppe V hat sich als Teil der Gruppe VI herausgestellt) (H. ASPÖCK et al. 1991, 1998). Die Gruppe I umfasst 12 Genera mit ins-

gesamt mehr als 90 Spezies. Sie ist die dominante Gruppe in Europa, in der Kaukasusregion, in Anatolien, in einigen anderen Teilen des östlichen Mittelmeers, im Nahen Osten und in den nördlichen Teilen von Asien.

Die Gruppe II umfasst 8 Genera mit einer auf Europa und den Nordwesten von Afrika beschränkten Verbreitung. Innerhalb dieser Gruppe bilden 5 Genera, deren Verbreitung auf (Süd-)Westeuropa und Nordwestafrika beschränkt ist, ein nicht nur morphologisch, sondern auch biologisch gut charakterisiertes Monophylum.

Die Gruppe III umfasst 2 Genera, eines mit einer auf Europa beschränkten Verbreitung und eines, das nur in Nordafrika vorkommt.

Die Gruppe IV ist das auf wenige Gebirge in Zentralasien beschränkte Genus *Tadschikoraphidia* H. ASPÖCK & U. ASPÖCK mit zwei beschriebenen Spezies.

Die Gruppe VI ist das artenreiche und sehr heterogene Genus *Mongoloraphidia* H. ASPÖCK & U. ASPÖCK, das seinen Verbreitungsschwerpunkt in den Gebirgen Zentralasiens hat und darüber hinaus in wenigen Arten mit kleinen Verbreitungsarealen über Ostasien (China, Korea, Japan, Taiwan) verbreitet ist.

Gruppe VII ist die auf den Westen Nordamerikas beschränkte Gattung *Agulla* NAVÁS, Gruppe VIII wird durch das Genus *Alena* NAVÁS repräsentiert, dessen Verbreitung auf Mexiko, und den Südwesten der USA beschränkt ist.

Wir haben bisher (H. ASPÖCK et al. 1991, H. ASPÖCK 1998b) die Meinung vertreten (zu der wir nach wie vor stehen), dass die in Amerika vorkommenden Raphidiopteren die Reste der Nachkommen der mit dem amerikanischen Kontinent nach der Bildung des Atlantiks nach Westen gedrifteten Raphidiopteren sind, wobei wir *Alena* für die Schwestergruppe aller übrigen Raphidiiden halten, *Agulla* hingegen als Schwestergruppe der Gruppe II.

In jüngster Zeit (gemeinsam mit E. Haring) durchgeführte molekularbiologisch-phylogenetische Untersuchungen haben manche der früheren auf morphologischer Basis erzielten Schlussfolgerungen über Verwandtschaftsverhältnisse bestätigt, andere in Frage gestellt oder gar unwahrscheinlich gemacht. Darüber wird in naher Zukunft im Einzelnen berichtet werden. Parallel dazu wird eine holomorphologische Computer-Analyse (gemeinsam mit J. Plant) durchgeführt; auch hier zeichnen sich teilweise kontroversielle Ergebnisse ab. Arbeiten sind in Vorbereitung.

6. Sammelmethode

6.1. Imagines

Alle Raphidiopteren sind tagaktiv und werden von künstlichen Lichtquellen nicht angelockt. (Sehr selten findet man einzelne Kamelhalsfliegen am Licht, die – offenbar aufgescheucht – aus der unmittelbaren Umgebung an die Lichtquelle fliegen.) Es sind bisher keine Methoden bekannt, mit denen man Raphidiopteren bei Tag anlocken kann; im Besonderen gibt es auch keine Untersuchung über Pheromone. So verbleibt als erfolgreiche Sammelmethode das Abstreifen und Klopfen der Vegetation und der Einsatz von Netzen mit möglichst großem Durchmesser. Manche Arten kann man von niederer Vegetation (auch Gras) streifen, andere bevorzugt von der Strauchvegetation. Die Imagi-

nes mancher Spezies mit subkortikolen Larven halten sich bevorzugt an höheren Ästen von Bäumen auf, sodass man mit großem Erfolg lange Netzstangen (wie sie z. B. als Teleskopstangen angeboten werden) verwenden kann. An Stellen mit hohen Populationsdichten kann man nicht selten auch (flatternd-schwirrend) fliegende Raphidiopteren-Imagines sehen und gezielt fangen, im Übrigen ist aber das "blinde" Abstreifen und Abklopfen der Vegetation eine Erfolg versprechende Methode.

6.2. Larven

Eine wichtige ergänzende Sammelmethode stellt die Suche nach Larven dar. Bei den Spezies mit subkortikolen Larven stehen prinzipiell zwei Methoden zur Verfügung, die beide sehr erfolgreich sind. Zum einen kann man Larven (und – zur geeigneten Jahreszeit – auch Puppen) einzeln durch Abheben von Borkenstückchen mittels geeigneter Werkzeuge (fester Messer, Schraubenzieher etc.) suchen, zum anderen kann man zum Aufsuchen von Larven die üblichen Käfersiebe verwenden. Mittels handlicher kleiner Hacken (die auch längere Zeit mit einer Hand eingesetzt werden können, ohne dass man ermüdet) werden Borkenstücke von Bäumen geschlagen und in dem Sack über dem Sieb (Maschenweite etwa 5-8 mm) gesammelt und von Zeit zu Zeit kräftig geschüttelt. Allfällige Larven (und Puppen) fallen durch das Sieb in den unteren Teil des unten zugebundenen Sacks, wo sie sich mit allen kleinen Borkenstückchen, die durch das Sieb fallen, sammeln. Dieses Gesiebe wird auf einem großen hellen Tuch (z. B. auf weißem Plastiktischtuch) ausgebreitet und auf Larven (die ja in der Regel laufen und daher auffallen) durchmustert. Die Methode kann übrigens ebenso für die Suche nach terrikolen Larven eingesetzt werden. Unter Verwendung von festen, schützenden Handwerker-Handschuhen greift man nach Detritus im Wurzelbereich von Sträuchern, der ebenso wie Borkensiebe dann auf Larven durchmustert wird.

7. Zucht von Raphidiopteren

Die Zucht von Raphidiopteren ist grundsätzlich nicht schwierig, erfordert allerdings wegen der langen, oft mehrjährigen Entwicklungsdauer viel Geduld und ist auch vergleichsweise umständlich, weil die Larven wegen des Kannibalismus einzeln gehalten werden müssen.

7.1. Im Freiland gesammelte Larven

Unter Borke oder im Detritus gefundene Larven müssen sofort einzeln in Röhrchen verbracht und mit Blattläusen, gequetschten Fliegen, Stücken von Mehlwürmern, kleinen Heuschrecken (nach Entfernung des Darmes), mit *Drosophila* ... oder irgendwelchen anderen weichhäutigen oder eröffneten Arthropoden gefüttert werden.

Wir benützen sogenannte Schnappdeckelgläschen aus Kunststoff (ca. 35 mm hoch mit einem Durchmesser von 25 mm, wie sie in der Labormedizin verwendet werden), in die wir etwa 10-15 mm hohe Röllchen von Filter- oder Toiletpapier stopfen, die quasi als Borkenersatz den Larven die Möglichkeit des Versteckens in "Ritzen und Spalten" bieten und zugleich für ein geeignetes Mikroklima im Gläschen günstig sind. Die Deckel dieser Gläschen schließen fest, aber nicht luftdicht, sie können also monatelang geschlossen



Abb. 7: *Tjederiraphidia santuzza* (H. A. & U. A. & RAUSCH). Erwachsene Larve. Italien, Kalabrien, Aspromonte, Montalto. Zucht ab ovo (2006). Foto P. Sehnal. – Man beachte das charakteristische dorsale und laterale Pigmentierungsmuster. (Länge ca. 12 mm).

Abb. 8: *Italoraphidia solariana* (NAVÁS). Erwachsene Larve. Italien, Kalabrien, Sila, La Fossiata. Zucht ab ovo (2006). Foto P. Sehnal. – Man beachte das charakteristische dorsale und laterale Pigmentierungsmuster, das sich markant von jenem auf Abb. 7 unterscheidet.

Abb. 9: *Ohmella baetica baetica* (RAMBUR). Erwachsene Larve. Portugal, Serra da Gardunha. Zucht ab ovo (2007). Foto P. Sehnal. – Man beachte besonders das charakteristische laterale Pigmentierungsmuster.

bleiben, ohne dass im Gläschen Sauerstoffmangel auftreten könnte. Die Larven sollen etwa alle vier Wochen gefüttert werden, die eingetrockneten Reste des vorherigen Futters müssen nicht entfernt werden, selbst wenn sie verschimmelt sind. Schimmel ist für gesunde Larven nicht gefährlich, sie können sich ja in die Spalten des Filterpapierröllchens zurückziehen, vermutlich fressen sie manchmal sogar Schimmel. Die Röhrchen mit den Larven müssen natürlich unbedingt vor Sonnenbestrahlung und hohen Temperaturen geschützt werden. Kühle (auch dunkle Räume), z. B. auch trockene Keller mit nicht zu tiefen Temperaturen sind durchaus geeignet. Wichtig ist, dass die Larven (oder – bei wenigen Spezies – die Puppen) über den Winter niedrigen (Außen-) Temperaturen ausgesetzt werden. Wir transferieren unsere Zuchten von einem ungeheizten, trockenen Keller, wo sie etwa von Ende März/Anfang April bis Ende Oktober gehalten werden, in eine geräumige, vor direkter Sonnenbestrahlung geschützte große Blechkiste auf einem Balkon und belassen sie dort etwa 5-6 Monate. In der Kiste ist zeitweise eine Temperatur von ca. -5 °C bis -15 °C (oder gelegentlich sogar noch tiefer). Die Larven (bzw. Puppen) müssten mit Sicherheit nicht so lange so niedrigen Temperaturen ausgesetzt werden. Vermutlich genügen bei vielen Arten Temperaturen um 0°C über einen Zeitraum von einigen Tagen (Stunden?). Das ließe sich experimentell leicht klären, doch liegen bisher keine Untersuchungen vor. Wir wissen von einigen Arten, dass geringfügige Erniedrigung der Temperatur (in Bereichen über 0 °C) während des Winters genügt, um die ungestörte Fortsetzung der Entwicklung zu gewährleisten (siehe Fußnote 1). Nach der Überwinterung der Larven im letzten Stadium, etwa Ende März oder Anfang April, sollen diese in Gläschen mit nur wenig Zellstoff übergeführt und bei Zimmertemperatur gehalten werden. In der Regel folgen Verpuppung und Schlüpfen der Imago innerhalb von wenigen Wochen. Ebenso verfährt man mit überwinterten Puppen. Noch nicht erwachsene Larven werden wieder in Räume mit nicht zu hoher Temperatur in lichtgeschützte Positionen gebracht und gefüttert.

7.2. Zucht ab ovo

Auch die Zucht von Raphidiopteren vom Ei weg ist in der Regel nicht schwierig. Man fängt Weibchen (sie sind, wenn sie nicht gerade kurz nach dem Schlüpfen gefunden werden, meist befruchtet) und sperrt sie in ebensolche Schnappdeckelgläschen mit Filterpapier-Röllchen ein, wie sie oben beschrieben wurden. Gefüttert werden die Weibchen ebenso wie die Larven (siehe 7.1.). Zumeist legen die Weibchen problemlos Eier zwischen das gerollte Filterpapier, aus denen innerhalb von 1-2 Wochen die Erstlarven schlüpfen. Diese bleiben zunächst beisammen im Gläschen und werden alle 2-4 Wochen mit dem üblichen Futter versorgt. Natürlich werden manche Larven von ihren Geschwistern gefressen, das muss man aber in Kauf nehmen, weil jedes Hantieren mit den kleinen, zarten Larven weitaus mehr Schaden verursacht. Übrigens fressen die Larven der ersten Stadien manchmal auch an ihrer Mutter, wenn diese inzwischen verendet im Gläschen liegt. Es ist ratsam, die Junglarven mehrere Monate und auch über den Winter in dem Gläschen zusammen zu belassen und erst im Frühjahr nach der Überwinterung zu vereinzeln, d. h. jeweils eine Larve in ein eigenes Gläschen überzuführen. Die weitere Zucht verläuft so wie unter 7.1. beschrieben.



Abb. 10: *Paraincocellia bicolor* (COSTA). Erwachsene Larve. Italien, Kalabrien, Sila, La Fossiata. Zucht ab ovo (2006). Foto P. Sehnal. – Man beachte das charakteristische dorsale Pigmentierungsmuster.

Abb. 11: *Ornatoraphidia flavilabris* (COSTA). Männliche Puppe vor der Überwinterung. Italien, Kalabrien, Sila, La Fossiata. Zucht ab ovo (2006). Foto P. Sehnal.

Abb. 12: *Tjederiraphidia santuzza* (H. A. & U. A. & RAUSCH). Weibliche Puppe vor der Überwinterung. Italien, Kalabrien, Aspromonte, Montalto. Zucht ab ovo (2006). Foto P. Sehnal.

7.3. Fortlaufende Zucht

Die Zucht mehrerer Generationen ist sehr schwierig, weil sie die gleichzeitige Verfügbarkeit paarungsbereiter Imagines beider Geschlechter erfordert. Zudem zeigen die meisten Spezies komplexe Liebesspiele, bei denen Attraktivität und Aggression vermischt sind bzw. ineinander übergehen; für erfolgreiche Paarungen sind bei den meisten Arten geräumige Käfige nötig, in denen das ganze Paarungsverhalten möglich ist. Sollte sich zeigen, dass bestimmte Spezies in der biologischen Schädlingsbekämpfung erfolgreich eingesetzt werden können, muss man also Zuchten rationalisieren, wird man gewiss Methoden entwickeln, die kontinuierliche Zuchten weniger umständlich machen. Derzeit erfordert es jedenfalls sehr viel Geschick und Geduld, um frisch geschlüpfte Tiere zur Paarung (und die Weibchen anschließend zur Eiablage) zu bringen.

8. Konservierung

8.1. Imagines

Für Sammlungszwecke können Imagines trocken (nach Abtötung in Zyankali oder – noch besser – durch Tieffrieren, möglichst aber nicht durch Essigäther) oder in 70-75 %igen Ethylalkohol konserviert werden. Für die Trockenkonservierung soll man grundsätzlich Minutien (statt Insektennadeln) verwenden, ein Präparieren (durch Ausbreiten der Flügel) ist sinnvoll, aber nicht nötig (wenngleich die Untersuchung des Flügelgeäders dadurch erheblich erleichtert wird). Die Trockenkonservierung bietet, was das Hantieren betrifft, die üblichen Vorteile, weiters ist die Mazeration trockener Genitalsegmente manchmal leichter als die von in zu hochprozentigem Alkohol konservierten.

In Alkohol konservierte Imagines bieten jedoch gegenüber trockenen Individuen den unschätzbaren Vorteil, dass die (taxonomisch durchaus aussagekräftigen) Farben und Muster des Körpers und insbesondere der Abdominalsegmente nahezu unverändert erhalten bleiben.

8.2. Larven

Für die Konservierung von Larven hat sich uns seit vielen Jahren eine bestimmte Fixierflüssigkeit (Rezept: 500 ccm Isopropanol + 15 ccm Eisessig + 1,5 ccm Formol konz.) bewährt, die die hervorragende Erhaltung der taxonomisch wichtigen Farben und Muster gewährleistet. Um das gesamte Pigmentierungsmuster aller Segmente gut sichtbar zu machen, streckt man die Larven unmittelbar nach dem Abtöten (z. B. durch Tieffrieren, Zyankali oder Alkohol) mit zwei Minutienstiften (einen zwischen Kopf und Prothorax, einen im vorletzten Abdominalsegment) auf einer kleinen Steckplatte, die man submers in ein geeignetes Gefäß mit der Fixierflüssigkeit überführt; nach ein bis zwei Tagen ist die Larve fixiert und kann nun auch in 75 %igem Ethylalkohol aufbewahrt werden.

8.3. Konservierung für molekularbiologische Untersuchungen

Molekularbiologische Untersuchungen haben in der jüngsten Vergangenheit enorm an Bedeutung gewonnen, und sie werden auch in Zukunft für verschiedene Fragestellungen

– phylogenetische, taxonomische, phylogeographische... – so unabdingbar sein, dass man möglichst immer parallel zu anderen Konservierungen für Sammlungszwecke genügend Material so konservieren sollte, dass auch zu späteren Zeitpunkten DNA-Extraktionen möglich sind. Wir konservieren Larven und Imagines – möglichst einzeln, allenfalls zwei oder drei Individuen derselben Population einer Spezies (und natürlich nie zwei Spezies zusammen!) in kleinen Röhrchen in 96 % reinem Ethylalkohol und bewahren das Material im Kühlschrank auf. (Licht und zu hohe Temperaturen können den Erfolg einer späteren DNA-Extraktion beeinträchtigen.)

9. Determination

9.1. Imagines

Für den Nichtspezialisten sehen – ein wenig übertrieben und pointiert ausgedrückt – alle rezenten und fossilen Raphidiopteren gleich aus. Aber schon wenige Blicke genügen, um eine Menge von eidonomisch gut fassbaren Unterschieden festzustellen. Dass die beiden rezenten Familien – Raphidiidae und Inocelliidae – durch zahlreiche Merkmale markant differenziert sind, braucht nur erwähnt zu werden; die beiden Familien sind tatsächlich in jedem Fall und mit freiem Auge leicht und mit einem Blick erkennbar (vgl. Abb. 1-4). Aber auch viele Spezies, Spezies-Gruppen, Subgenera und Genera sind durch eidonomische Unterschiede (Größe, Kopfform, Flügelgeäder, Länge und Farbe des Pterostigmas, Pigmentierungsmuster von Kopf, Thorax und Abdomen, äußerlich sichtbare Strukturen der Genitalsegmente) gut zu unterscheiden. Letztlich basiert aber die Charakterisierung der Spezies auf den morphologischen Merkmalen der männlichen und weiblichen Genitalsegmente. Um diese zu erfassen, werden die letzten Abdominalsegmente (möglichst ab dem 5. Segment) abgeschnitten, in KOH mazeriert, in Wasser gut ausgewaschen und dann in Glycerin untersucht. Mit Nachdruck sei darauf hingewiesen, dass auch die spätere Aufbewahrung in Glycerin (allenfalls in 70 %igem Alkohol), aber keinesfalls in Form von Objektträger-Präparaten (wie das unverständlicherweise noch immer in der Lepidopterologie gehandhabt wird) wichtig ist. In solchen Objektträger-Präparaten werden Strukturen gequetscht und verzerrt. Nur die dreidimensional untersuchbaren Genitalsegmente, bei denen die innen liegenden Strukturen *in situ* erkannt werden, können das Verständnis und das Erkennen aller sklerotisierten, z. T. aber auch der häutigen Teile gewährleisten. In Glycerin liegende Genitalsegmente können leicht in alle erforderlichen Positionen gebracht und gezeichnet oder fotografiert werden. Die exzellenten Möglichkeiten der modernen Fotografie verdrängen zunehmend die Zeichnung. Dennoch können der Wert von Zeichnungen durch die Notwendigkeit der genauen und damit sehr einprägsamen Untersuchung einerseits und die Möglichkeit der Abstraktion andererseits nicht hoch genug eingeschätzt werden. Im Vergleich zu den meisten anderen Neuropterida-Taxa spielt bei der Bestimmung von Raphidiopteren die Verbreitung eine überragende Rolle. Es ist oben (Kap. 4) erwähnt worden, dass sich die weitaus meisten Raphidiopteren- (und besonders Raphidiiden-)Spezies durch kleine und kleinste Verbreitungsareale auszeichnen. Dazu kommt, dass ein bestimmtes Gebiet stets nur eine kleine Zahl von Spezies beherbergt (die überdies zum Großteil keine enge Verwandtschaft zeigen). Die höchste bekannte Zahl syntoper Vorkommen liegt derzeit bei zwölf, doch ist dies eine seltene Ausnahme, in der Regel kommen weitaus weniger Spezies an einem Ort vor.

Der mit der Verbreitung der Raphidiiden Vertraute kann für geradezu jeden beliebigen Punkt innerhalb des Verbreitungsgebiets der Arten mit großer Sicherheit sagen, welche Spezies auf jeden Fall zu erwarten sind, welche möglicherweise vorkommen, welche keinesfalls vorkommen können und ob neue Arten zu erwarten sind. Dieses Wissen kann mit großem Erfolg für Bestimmungsschlüssel genutzt werden. Tatsächlich gibt es Schlüssel für die Spezies der einzelnen Regionen innerhalb des Gesamtverbreitungsgebiets der Ordnung (ASPÖCK H. et al. 1991), die ausgezeichnet funktionieren, weil sie sich auf die Spezies beschränken, die in dem Gebiet nachgewiesen sind oder vorkommen könnten. Mit ein wenig Geduld kann der wirklich Interessierte mittels dieses Schlüssels jede Raphidiopteren-Spezies bestimmen oder zumindest beurteilen, auch wenn er sich vorher mit der Gruppe nicht befasst hat.

9.2. Larven

Die Differenzierung von Larven der beiden Familien ist (schon aufgrund des Habitus, der Kopfform, der unterschiedlichen Zahl von Stemmata, der Zeichnungsmuster der Abdominalsegmente...) leicht und mit freiem Auge möglich (Abb. 7-10).

Die Bestimmung von Larven einzelner Spezies erfordert hingegen eine intensivere Beschäftigung und einige Erfahrung. Die taxonomisch wichtigen Merkmale werden fast zur Gänze durch die Pigmentierungsmuster der Abdominalsegmente repräsentiert. Wiederum ist aber die Kenntnis der Provenienz der Larve wichtig, sodass man weiß, welche Spezies überhaupt in Frage kommen können. Eine weitere Bestimmungshilfe ergibt sich, wenn man weiß, ob die Larve unter Borke oder im Bodendetritus gefunden wurde. Zwar sind die Larven der meisten Arten bekannt und beschrieben (ASPÖCK H. et al. 1991, 1999a, 1999b, 2001, 2002; ASPÖCK U. et al. 1992, 1994a, 1994b), doch ist der Kenntnisstand (zumindest für viele Gebiete, z. B. für Nordamerika oder Ostasien) viel zu lückenhaft, um die Erstellung von sinnvollen Bestimmungsschlüsseln zu ermöglichen.

10. Zugang zu Informationen

Die von uns 1991 veröffentlichte Monographie der Raphidiopteren der Erde (ASPÖCK H. et al. 1991) hat das Wissen über Raphidiopteren unter allen Gesichtspunkten zusammengefasst. Von den seither erschienenen Publikationen sind vor allem folgende zusammenfassende Veröffentlichungen (mit z. T. umfangreichen Literaturverzeichnissen) zu erwähnen: ASPÖCK U. & H. ASPÖCK 1996, ASPÖCK H. et al. 1999a, 2001. Die von J. OSWALD errichteten Datenbanken (zusammengefasst unter LDL = Lacewing Digital Library) sind Informationsquellen, ohne die ein Neuropterologe, besonders wenn er sich mit einem Taxon erst zu beschäftigen beginnt, kaum mehr auskommt. In der einen Datenbank (OSWALD 2008a) ist die gesamte Literatur über Neuropterida (und daher auch über Raphidioptera) erfasst, die beiden anderen stellen umfassende kommentierte Verzeichnisse aller Taxa der Gattungsgruppe (OSWALD 2008b) und der Artgruppe (OSWALD 2008c) dar.

Seit dem Jahre 1980 finden in zumeist dreijährigen Intervallen Internationale Symposien über Neuropterologie (International Symposium on Neuropterology) statt. Von den Symposien 1 bis 7 und 9 sind Proceedings erschienen (GEPP et al. 1984, 1986, MANSELL & H. ASPÖCK 1990, CANARD et al. 1992, 1996, PANELIUS 1998, SZIRÁKI 2002, PANTALEONI et al. 2005b), die sehr viel einschlägige Information enthalten. Die Procee-

dings des zuletzt in Slowenien im Juni 2008 abgehaltenen 10. Symposiums sind in Vorbereitung. Besonders hingewiesen sei auch auf die seit nunmehr fast 20 Jahren in zweijährigen Intervallen stattfindenden – von W. Röhricht (Quedlinburg, jetzt Müncheberg) 1991 ins Leben gerufenen, anschließend durch E. J. Tröger, Freiburg, zunächst an der Universität Freiburg und in den folgenden Jahren auf Schloss Schwanberg, einem in wunderschöner Umgebung gelegenen, leicht erreichbaren Schloss bei Iphofen (Nähe Würzburg) hervorragend organisierten und nun seit fast 4 Jahren von Dr. Axel Gruppe (E-Mail: gruppe@wzw.tum.de) betreuten – Arbeitstreffen deutschsprachiger Neuropterologen. Sie geben Gelegenheit, durch Vorträge und Diskussionen im lockeren Gedankenaustausch in unserer Muttersprache (die wahrscheinlich nach der Zahl der gedruckten Seiten in der Neuropterologie noch immer die weltweit führende ist) aktuelle Fragen, Probleme, Lösungsversuche ... der Neuropterologie anzuschneiden.

11. Ausblick

Die vergangenen 50 Jahre sind durch eine enorme Mehrung des Wissens über Raphidiopteren geprägt. Eingeleitet wurde diese Periode intensiver raphidiopterologischer Forschung durch einige Arbeiten der italienischen Entomologin Maria Matilde Principi, die eine völlig neue Dimension für die Taxonomie eröffnete. Sie waren ein weiterer Anstoß für uns, diesem offensichtlich weiten und offenen Forschungsgebiet besondere Aufmerksamkeit zu schenken und uns in den folgenden Jahrzehnten intensiv unter allen möglichen Aspekten mit Raphidiopteren zu befassen.

Schon zu Ende der 60iger Jahre und mehr noch Anfang der 70er Jahre entwickelte sich eine intensive Zusammenarbeit mit Hubert Rausch, in die sich bald auch dessen Frau, Renate Rausch, einbrachte. Viele gemeinsame Forschungsreisen, vor allem in die wichtigsten Refugialzentren der Raphidiopteren, außerordentlich umfangreiche Aufsammlungen von Imagines und von Larven, die Erarbeitung der taxonomischen Grundlagen für die verlässliche Determination der Arten, Revisionen aller verfügbaren öffentlichen und privaten Sammlungen, umfangreiche Zuchten und zuletzt der Einstieg in die Molekularbiologie haben eine reiche Ernte gebracht. Die weitaus meisten Publikationen über Raphidiopteren stammen von österreichischen Autoren. In Österreich befinden sich die mit Abstand größten Raphidiopteren-Sammlungen und die vollständigsten einschlägigen Bibliotheken und Sonderdruck-Sammlungen. In unserem Land bestehen also geradezu einmalige Grundlagen für eine erfolgreiche Fortsetzung der Erforschung dieser faszinierenden Tiergruppe. In allen Bereichen gibt es noch eine Fülle offener Fragen – das betrifft die Systematik und Taxonomie der Imagines und ganz besonders der Larven, die Biologie, die Ökologie, die Ethologie und Physiologie, die Chorologie und Phylogeographie, Paläontologie ... Die Molekularbiologie hat neue Weiten von spannenden Forschungsaufgaben eröffnet. Und selbstverständlich sind auch noch neue Arten zu entdecken; so sind in den vergangenen fünf Jahren aus Europa nicht weniger als drei neue Raphidiopteren-Spezies beschrieben worden (RAUSCH et al. 2004, PANTALEONI et al. 2005a, MONSERRAT & PAPENBERG 2006).

Natürlich sind die meisten Überraschungen in den Refugialzentren Asiens, Afrikas und Amerikas zu erwarten, aber auch der Mittelmeerraum bietet auf dem Gebiet der Raphidiopterologie noch viele Fragezeichen, und selbst in Mitteleuropa liegen spannende Fragestellungen geradezu vor der Haustüre. Beispiele: Intensität und Dauer der Reduk-

tion der Temperatur während der Überwinterung als physiologische Voraussetzung für die ungestörte Entwicklung; das durchaus ungelöste Phänomen der Prothetelie; Analyse der Herkunft mediterraner Faunenelemente ebenso wie aus dem Osten eingewanderter Spezies unter den Raphidiopteren Mitteleuropas auf der Basis phylogeographischer Untersuchungen.

Es erscheint an der Zeit, dass eine neue Generation die Gelegenheit nützt, allmählich in ein Gebiet einzusteigen – solange die Voraussetzungen noch so außerordentlich günstig sind.

12. Dank

Wir danken Herrn Peter Sehnal (Naturhistorisches Museum Wien) für die mühevollen und bewundernswert geduldigen Arbeit bei der Anfertigung der exzellenten Lebendfotos auch an dieser Stelle sehr herzlich. Ebenso danken wir Frau Mag. Franziska Anderle für die sorgfältige Anfertigung der Verbreitungskarten.

Literatur

- ALBARDA H. (1891): Révision des Rhaphidides. — Tijdschrift voor Entomologie **34**: 65-184.
- ASPÖCK H. (1998a): Descriptions and illustrations of Raphidioptera in the early entomological literature before 1800. — Acta Zoologica Fennica **209**: 7-31.
- ASPÖCK H. (1998b): Distribution and biogeography of the order Raphidioptera: updated facts and a new hypothesis. — Acta Zoologica Fennica **209**: 33-44.
- ASPÖCK H. (2000): Der endkreidezeitliche Impakt und das Überleben der Raphidiopteren. — Entomologica Basiliensia **22**: 223-233.
- ASPÖCK H. (2002): The biology of Raphidioptera: A review of present knowledge. — Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae **48** (Suppl. 2): 35-50.
- ASPÖCK H., ASPÖCK U. & H. RAUSCH (1991): Die Raphidiopteren der Erde. Eine monographische Darstellung der Systematik, Taxonomie, Biologie, Ökologie und Chorologie der rezenten Raphidiopteren der Erde, mit einer zusammenfassenden Übersicht der fossilen Raphidiopteren (Insecta: Neuropteroidea). Mit 36 Bestimmungsschlüsseln, 15 Tabellen, ca. 3100 Abbildungen und ca. 200 Verbreitungskarten. — Goecke & Evers, Krefeld. 2 Bände: 730pp; 550pp.
- ASPÖCK H., ASPÖCK U. & H. RAUSCH (1998): Was ist *Usbekoraphidia turkestanica* (H. ASPÖCK & U. ASPÖCK & MARTYNOVA 1968)? Zur Kenntnis der Taxonomie, Ökologie und Chorologie mittelasiatischer Raphidiiden (Insecta: Raphidioptera: Raphidiidae). — Stapfia **55**: 421-457.
- ASPÖCK H., ASPÖCK U. & H. RAUSCH (1999a): Biologische und chorologische Charakterisierung der Raphidiiden der östlichen Paläarktis und Verbreitungskarten der in Kasachstan, Kirgisistan, Usbekistan, Turkmenistan und Tadschikistan nachgewiesenen Arten der Familie (Neuroptera: Raphidioptera: Raphidiidae). — In: ASPÖCK H. (Hrsg.), Neuroptera: Raphidioptera, Megaloptera, Neuroptera. Kamelhäse, Schlammfliegen, Ameisenlöwen... Stapfia **60**/Kataloge des OÖ. Landesmuseums Neue Folge **138**: 59-84.
- ASPÖCK H., ASPÖCK U. & H. RAUSCH (1999b): *Mongoloraphidia (Alatauoraphidia) pskemiana* n.sp. aus dem westlichen Tienschan und Beschreibung der Larven von *M. (A.) eklipe* U. A. & H. A. und *M. tienshanica* H. A. & U. A. & RAUSCH (Insecta, Neuroptera, Raphidioptera, Raphidiidae). — Entomologische Nachrichten und Berichte **43**: 79-86.

- ASPÖCK H., ASPÖCK U. & H. RAUSCH (2002): *Mongoloraphidia (Kirgisioraphidia) kaltenbachi* n.sp. – eine neue Spezies der Familie Raphidiidae aus dem Alai-Gebirge (Kirgisistan), mit einer Übersicht über die Arten des Subgenus *Kirgisioraphidia* H. A. & U. A., 1968 (Raphidioptera). — *Entomologische Nachrichten und Berichte* **46**: 23-36.
- ASPÖCK H., HÖLZEL H. & U. ASPÖCK (2001): Kommentierter Katalog der Neuropterida (Insecta: Raphidioptera, Megaloptera, Neuroptera) der Westpaläarktis. — *Denisia* **2**: 606 pp + 6 Abb.
- ASPÖCK U. & H. ASPÖCK (1996): Raphidioptera. — In: BOUSQUETS J.E.L., ALDRETE A.N.G. & E.G. SORIANO (eds), *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artropodos de México. Hacia una síntesis de su conocimiento* **19**: 277-286, D.R. Universidad Nacional Autónoma de México.
- ASPÖCK U. & H. ASPÖCK (2004): Two significant new snakeflies from Baltic amber, with discussion on autapomorphies of the order and its included taxa (Raphidioptera). — *Systematic Entomology* **29**: 11-19.
- ASPÖCK U. & H. ASPÖCK (2007): Verbliebene Vielfalt vergangene Blüte. Zur Evolution, Phylogenie und Biodiversität der Neuropterida (Insecta: Endopterygota). — *Denisia* **20**: 451-516.
- ASPÖCK U. & H. ASPÖCK (2008): Phylogenetic relevance of the genital sclerites of Neuropterida (Insecta: Holometabola). — *Systematic Entomology* **33**: 97-127.
- ASPÖCK U., ASPÖCK H. & E. HARING (2003): Phylogeny of the Neuropterida – Morphological Evidence and the Molecular *Advocatus Diaboli*. — In: KLASS K.-D. (ed.), *Proceedings of the 1st Dresden Meeting on Insect Phylogeny: "Phylogenetic Relationships within the Insect Orders"* (Dresden, September 19-21, 2003). *Entomologische Abhandlungen* **61**: 157-158.
- ASPÖCK U., ASPÖCK H. & H. RAUSCH (1992): Rezente Südgrenzen der Ordnung Raphidioptera in Amerika (Insecta: Neuropteroidea). — *Entomologia Generalis* **17**: 169-184.
- ASPÖCK U., ASPÖCK H. & H. RAUSCH (1994a): Neue Arten der Familie Raphidiidae aus Mexiko und Nachweis einer Spermatophore in der Ordnung Raphidioptera (Insecta : Neuropteroidea). — *Entomologia Generalis* **18**: 145-163.
- ASPÖCK U., ASPÖCK H. & H. RAUSCH (1994b): *Alena (Mexicoraphidia) americana* (CARPENTER, 1958): Taxonomie, Systematik, Ökologie und Chorologie (Neuropteroidea: Raphidioptera: Raphidiidae). — *Zeitschrift der Arbeitsgemeinschaft Österreichischer Entomologen* **46**: 131-139.
- CANARD M., ASPÖCK H. & M.W. MANSELL (eds) (1992): *Current Research in Neuropterology. Proceedings of the Fourth International Symposium on Neuropterology. Bagnères-de-Luchon, Haute-Garrone, France, 24-27 June 1991.* (Insecta: Neuroptera, Megaloptera, Raphidioptera). — Toulouse, France: 414 pp.
- CANARD M., ASPÖCK H. & M.W. MANSELL (eds) (1996): *Pure and Applied Research in Neuropterology. Proceedings of the Fifth International Symposium on Neuropterology. Cairo, Egypt, 2-6 May 1994.* (Insecta: Neuroptera, Megaloptera, Raphidioptera). — Toulouse, France, 1996: 341 pp.
- ENGEL M.S. (2002): The smallest snakefly (Raphidioptera: Mesoraphidiidae): a new species in Cretaceous amber from Myanmar, with a catalog of fossil snakeflies. — *American Museum Novitates* **3363**: 1-22.
- GEPP J., ASPÖCK H. & H. HÖLZEL (eds) (1984): *Progress in World's Neuropterology. Proceedings of the 1st International Symposium on Neuropterology in Graz (Austria) [22-26 September 1980]* (Insecta: Megaloptera, Raphidioptera, Planipennia). — Graz, Austria: 265 pp.
- GEPP J., ASPÖCK H. & H. HÖLZEL (eds) (1986): *Recent Research in Neuropterology. Proceedings of the 2nd International Symposium on Neuropterology in Hamburg, Federal Republic of Germany [21-23 August 1984]* (Insecta: Megaloptera, Raphidioptera, Planipennia). — Graz, Austria: 176 pp.

- HARING E. & U. ASPÖCK (2004): Phylogeny of the Neuropterida: a first molecular approach. — *Systematic Entomology* **29**: 415-430.
- KLAUSNITZER B. (2008): Kurze Vorstellung der Familie Scirtidae (Coleoptera) (137. Beitrag zur Kenntnis der Scirtidae). — *Entomologica Austriaca* **15**: 33-40.
- LINNAEUS C. (1735): *Systema natura, Sive regna tria naturae, systematica proposita, per classes, ordines, genera et species.* — Lugduni Batavorum. (zit in SCHNEIDER 1843).
- LINNAEUS C. (1758): *Systema natura per regna tria naturae secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis.* Editio decima. Tom. 1. — L. Salvii, Holmiae: 824 pp.
- LATREILLE P.A. (1799): Observations sur la Raphidie Ophiopsis. — *Bulletin de la Societe Philomatique de Paris* **2** (20): 153-154.
- MANSELL M.W. & H. ASPÖCK (eds) (1990): *Advances in Neuropterology. Proceedings of the Third International Symposium on Neuropterology.* Berg en Dal, Kruger National Park, Republic of South Africa, 3-4 February 1988. (Insecta: Neuroptera, Megaloptera, Raphidioptera). — Department of Agricultural Development, Pretoria, RSA: VI + 298 pp.
- MONSERRAT V.J. & D. PAPPENBERG (2006): Revisión del género *Harraphidia* STEINMANN, 1963 con la descripción de dos nuevas especies de la península Ibérica y de Marruecos (Insecta, Raphidioptera). — *Graellsia* **62** (2): 203-222.
- OSWALD J.D. (2008a): Bibliography of the Neuropterida. A Bibliography and Digital Library of the Literature of the Extant and Fossil Neuroptera, Megaloptera, and Raphidioptera (Insecta: Neuropterida) of the World. Version 8.00. — <http://lacewing.tamu.edu/developer/Bibliography/index.html>.
- OSWALD J.D. (2008b): Neuropterida Genera of the World. A Catalogue of the Genus-Group Names of the Extant and Fossil Neuropterida (Insecta: Neuroptera, Megaloptera and Raphidioptera) of the World. Version 1.00. — <http://lacewing.tamu.edu/developer/Genus-Catalogue/index.html>.
- OSWALD J.D. (2008c): Neuropterida Species of the World. A Catalogue of the Species-Group Names of the Extant and Fossil Neuropterida (Insecta: Neuroptera, Megaloptera and Raphidioptera) of the World. Version 2.00. — <http://lacewing.tamu.edu/developer/Species-Catalogue/index.html>.
- PANELIUS S. (ed.) (1998): *Neuropterology 1997. Proceedings of the Sixth International Symposium on Neuropterology (13-16 July 1997, Helsinki, Finland).* — *Acta Zoologica Fennica* **209**: IX + 297pp.
- PANTALEONI R.A. (2007): Perspectivas del uso de Raphidioptera y Neuroptera Coniopterygidae como agentes de control biológico. — In: RODRÍGUEZ-DEL-BOSQUE L.A. & H.C. ARREDONDO-BERNAL (eds), *Teoría y Aplicación del Control Biológico.* Sociedad Mexicana de Control Biológico, México: 106-126.
- PANTALEONI R.A., ASPÖCK U., CAO O.V. & H. ASPÖCK (2005a): *Subilla principiae* n.sp., a new spectacular snakefly from Sardinia (Raphidioptera Raphidiidae). — *Redia* **87** (2004): 3-6.
- PANTALEONI R.A., LETARDI A. & C. CORAZZA. (eds) (2005b): *Proceedings of the Ninth International Symposium on Neuropterology (20-23 June 2005, Ferrara, Italy).* [with a Tribute to Maria Matilde Principi]. — *Annali del Museo Civico di Storia Naturale di Ferrara* **8**: XX + 204 pp.
- PRINCIPI M.M. (1952): Ricerche zoologiche sul Massiccio del Pollino (Lucania-Calabria). VI. Neurotteri. — *Annuario del Museo Zoologico della R. Università di Napoli* **4** (10): 1-22.
- PRINCIPI M.M. (1958): Neurotteri dei Monti Sibillini (Appennino umbro-marchigiano). — *Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona* **6**: 175-189.
- PRINCIPI M.M. (1960): Contributi allo studio dei Neurotteri italiani. XV. Descrizione di una nuova specie di *Raphidia* LINN., *R. grandii*, (Neuroptera-Raphidiidae) e considerazioni generali sulla morfologia degli ultimi uriti dei Neurotteri. — *Bollettino dell'Istituto di Entomologia della Università di Bologna* **24**: 325-337.

- PRINCIPI M.M. (1961): Neurotteri dei Monti Picentini (Appennino Campano). — Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona **9**: 97-114.
- PRINCIPI M.M. (1966): Neurotteri della Basilicata, della Calabria e della Sicilia. (Contributi allo studio dei Neurotteri Italiani. XVIII). — Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona **14**: 363-388.
- RAUSCH H., ASPÖCK H. & U. ASPÖCK (2004): *Calabroraphidia renate* n.gen., n.sp. – eine neue Spezies und ein neues Genus der Familie Raphidiidae aus Süditalien (Neuroptera, Raphidioptera). — Entomologische Nachrichten und Berichte **48**: 159-165.
- SCHNEIDER W.G. (1843): Monographia generis Rhabdiidae Linnaei. Continens et novas de huius generis singulis speciebus institutas observationes, et inegram omnium, quae hucusque inventae sunt, specierum descriptionem. — Grass, Barth & Co., Vratislaviae: 96 pp.
- SZIRÁKI G. (ed.) (2002): Neuropterology 2000. Proceedings of the Seventh International Symposium on Neuropterology (6-9 August 2000, Budapest, Hungary). — Acta Zoologica Academiae scientiarum Hungaricae **48** (Suppl.2): 431 pp.

Anschrift der Verfasser: Univ.-Prof. Dr. Horst ASPÖCK
Abteilung für Medizinische Parasitologie
Klinisches Institut für Hygiene und Medizinische Mikrobiologie
Medizinische Universität Wien (MUW)
Kinderspitalgasse 15, A-1095 Wien
E-Mail: horst.aspoeck@meduniwien.ac.at

Univ.-Prof. Dr. Ulrike ASPÖCK
Naturhistorisches Museum Wien
Burgring 7, A-1010 Wien
E-Mail: ulrike.aspoeck@nhm-wien.ac.at

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Entomologica Austriaca](#)

Jahr/Year: 2009

Band/Volume: [0016](#)

Autor(en)/Author(s): Aspöck Horst, Aspöck Ulrike

Artikel/Article: [Raphidioptera - Kamelhalsfliegen. Ein Überblick zum Einstieg. 53-72](#)